

(11)特許出願公開番号

特開2002-308084

(P2002-308084A)

(43)公開日 平成14年10月23日(2002.10.23)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

FI

テーマート\* (参考)

B 6 0 T 13/02

B 6 0 T 13/02

3 D 0 4 8

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 13 頁)

(21)出願番号 特願2001-119365(P2001-119365)

(22)出願日 平成13年4月18日(2001.4.18)

(71)出願人 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72)発明者 久保田 正博

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内

(72)発明者 河田 勉

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内

(74)代理人 100105153

弁理士 朝倉 悟 (外1名)

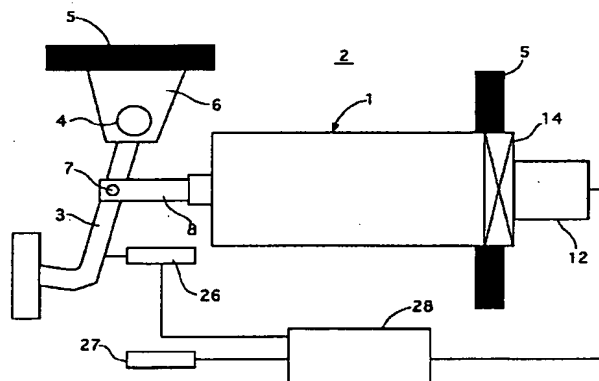
[最終頁に続く](#)

(54) 【発明の名称】 ストロークシミュレータ

(57) 【要約】

【課題】 良好なブレーキペダルフィーリングを得る調整機能を持ちながら、アクチュエータの小型化と省電力を図ることができると共に、アクチュエータが故障しても最小限のブレーキ操作性を確保することができるストロークシミュレータを提供すること。

【解決手段】 ブレーキペダル３に連結されていて、ブレーキペダル３の操作に応じて反力を発生させるストロークシミュレータ１を、ピストン部材１１と、シリンダ部材９と、バネ部材２４と、可動部材２１と、電気モータ１２と、減速機１４と、直線交換機構２９と、ストロークセンサ２６からのセンサ信号に応じて電気モータ１２の駆動を制御するコントローラ２８とを有する構成とした。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ブレーキペダルに連結されていて、前記ブレーキペダルの操作に応じて反力を発生させるストロークシミュレータにおいて、前記ブレーキペダルの移動に応じて可動するピストン部材と、

このピストン部材を収納するシリンダ部材と、  
前記シリンダ部材の中に収納され、一方の端部がピストン部材に支持されるバネ部材と、

前記バネ部材の他方の端部を支持し、且つ、バネ部材の圧縮及び引っ張り方向に摺動可能に配置された可動部材と、

前記可動部材を可動方向へ移動させると共に、可動部材からの逆入力に対して非逆性を持つアクチュエータと、  
車両状態を検出する車両状態検出手段からの検出値に応じて前記アクチュエータの駆動を制御する制御手段と、  
を有することを特徴とするストロークシミュレータ。

【請求項2】 請求項1に記載のストロークシミュレータにおいて、  
前記車両状態検出手段は、ブレーキペダルのペダル位置を検出するペダル位置検出手段であり、  
前記制御手段は、ペダル位置の変化に応じてアクチュエータの駆動を制御する手段であることを特徴とするストロークシミュレータ。

【請求項3】 請求項2に記載のストロークシミュレータにおいて、  
前記制御手段は、ペダル位置が所定値以下の場合、アクチュエータを駆動せず、ペダル位置が所定値を超えると、ペダル位置の増加に対し、前記バネ部材を圧縮する方向にアクチュエータを駆動する手段であることを特徴とするストロークシミュレータ。

【請求項4】 請求項2に記載のストロークシミュレータにおいて、  
前記制御手段は、ペダル位置の増加に対し、一旦前記バネ部材を引っ張る方向へアクチュエータを駆動した後、前記バネ部材を圧縮する方向にアクチュエータを駆動する手段であることを特徴とするストロークシミュレータ。

【請求項5】 請求項1に記載のストロークシミュレータにおいて、  
前記車両状態検出手段は、ブレーキペダルのペダル位置を検出するペダル位置検出手段と、ペダル速度を検出するペダル速度検出手段であり、  
前記制御手段は、ペダル位置とペダル速度の変化に応じてアクチュエータの駆動を制御する手段であることを特徴とするストロークシミュレータ。

【請求項6】 請求項5に記載のストロークシミュレータにおいて、  
前記制御手段は、ペダル速度が遅い場合、ペダル位置の増加に対し、一旦前記バネ部材を引っ張る方向へアクチ

ュエータを駆動した後、前記バネ部材を圧縮する方向にアクチュエータを駆動する手段であることを特徴とするストロークシミュレータ。

【請求項7】 請求項5に記載のストロークシミュレータにおいて、

前記制御手段は、ペダル速度が速い場合、ペダル位置の増加に対し、前記バネ部材を圧縮する方向にアクチュエータを駆動する手段であることを特徴とするストロークシミュレータ。

【請求項8】 請求項5に記載のストロークシミュレータにおいて、

前記バネ部材を、ペダル反力が最大となる特性が得られるように設定し、

前記制御手段は、ペダル位置の増加に対し、前記バネ部材を引っ張る方向にアクチュエータを駆動すると共に、ペダル速度が遅いほど、前記バネ部材を引っ張る量を増加させる手段であることを特徴とするストロークシミュレータ。

【請求項9】 請求項1に記載のストロークシミュレータにおいて、

前記車両状態検出手段は、ブレーキペダルのペダル位置を検出するペダル位置検出手段と、車両速度を検出する車両速度検出手段であり、

前記制御手段は、ペダル位置と車両速度の変化に応じてアクチュエータの駆動を制御する手段であることを特徴とするストロークシミュレータ。

【請求項10】 請求項9に記載のストロークシミュレータにおいて、

前記制御手段は、車両速度が低い場合、ペダル位置の増加に対し、一旦前記バネ部材を引っ張る方向へアクチュエータを駆動した後、前記バネ部材を圧縮する方向にアクチュエータを駆動する手段であることを特徴とするストロークシミュレータ。

【請求項11】 請求項9に記載のストロークシミュレータにおいて、

前記制御手段は、車両速度が高い場合、ペダル位置の増加に対し、前記バネ部材を圧縮する方向にアクチュエータを駆動する手段であることを特徴とするストロークシミュレータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ブレーキペダルと独立した制動力発生装置を持つブレーキシステム、所謂、ブレーキ・バイ・ワイヤに適用され、ブレーキペダルの操作に応じて反力を発生させるストロークシミュレータの技術分野に属する。

【0002】

【従来の技術】従来、ストロークシミュレータとしては、例えば、特開2000-280872号公報に記載のものが知られている。

【0003】この公報には、液圧を用いないブレーキ装置にも適用できる上、運転者に良好な操作感を与えることが可能となり、さらに関連機器と合わせたスペースを小さくできるストロークシミュレータを提供することを目的とし、ブレーキペダルに直接連結されて該ブレーキペダルにその操作に対する反力を与えるものであって、液圧を必要とせず、また反力特性を細かく制御することが可能で、さらにブレーキペダルの操作量を電氣的に検出可能な電動アクチュエータによりブレーキペダルに反力を与える技術が記載されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来のストロークシミュレータにあっては、電動アクチュエータのみによりブレーキペダルに反力を与えるものであるため、下記に列挙するような問題点がある。

(1) ブレーキペダル操作において、ペダル端の押し付け力が最大200kgf、ペダル端の押し込み速度は最大400mm/secにもなるため、ブレーキ操作時の反力を電動アクチュエータのみで実現するには非常に大きな電気モータが必要になる。

(2) ブレーキペダルへの操作が発生した場合、定格容量の大きな電気モータを駆動させる必要があるし、また、如何なる場合も電気モータを駆動し反力を発生させるものであるため、消費電力が多くなる。

(3) 電動アクチュエータのみに依存してペダル反力を発生させているため、電動アクチュエータの制御系に故障が発生すると、ペダルの動きやペダル反力が不自然なものとなり、ブレーキ操作フィーリングが損なわれてしまう。

【0005】本発明は、上記問題点に着目してなされたもので、その目的とするところは、良好なブレーキペダルフィーリングを得る調整機能を持ちながら、アクチュエータの小型化と省電力を図ることができると共に、アクチュエータが故障しても最小限のブレーキ操作性を確保することができるストロークシミュレータを提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項1に記載の発明では、ブレーキペダルに連結されていて、前記ブレーキペダルの操作に応じて反力を発生させるストロークシミュレータにおいて、前記ブレーキペダルの移動に応じて可動するピストン部材と、このピストン部材を収納するシリンダ部材と、前記シリンダ部材の中に収納され、一方の端部がピストン部材に支持されるバネ部材と、前記バネ部材の他方の端部を支持し、且つ、バネ部材の圧縮及び引っ張り方向に摺動可能に配置された可動部材と、前記可動部材を可動方向へ移動させると共に、可動部材からの逆入力に対して非逆性を持つアクチュエータと、車両状態を検出する車両状態検出手段からの検出値に応じて前記アクチュエータの駆

動を制御する制御手段と、を有することを特徴とする。

【0007】請求項2に記載の発明では、請求項1に記載のストロークシミュレータにおいて、前記車両状態検出手段は、ブレーキペダルのペダル位置を検出するペダル位置検出手段であり、前記制御手段は、ペダル位置の変化に応じてアクチュエータの駆動を制御する手段であることを特徴とする。

【0008】請求項3に記載の発明では、請求項2に記載のストロークシミュレータにおいて、前記制御手段は、ペダル位置が所定値以下の場合、アクチュエータを駆動せず、ペダル位置が所定値を超えると、ペダル位置の増加に対し、前記バネ部材を圧縮する方向にアクチュエータを駆動する手段であることを特徴とする。

【0009】請求項4に記載の発明では、請求項2に記載のストロークシミュレータにおいて、前記制御手段は、ペダル位置の増加に対し、一旦前記バネ部材を引っ張る方向へアクチュエータを駆動した後、前記バネ部材を圧縮する方向にアクチュエータを駆動する手段であることを特徴とする。

【0010】請求項5に記載の発明では、請求項1に記載のストロークシミュレータにおいて、前記車両状態検出手段は、ブレーキペダルのペダル位置を検出するペダル位置検出手段と、ペダル速度を検出するペダル速度検出手段であり、前記制御手段は、ペダル位置とペダル速度の変化に応じてアクチュエータの駆動を制御する手段であることを特徴とする。

【0011】請求項6に記載の発明では、請求項5に記載のストロークシミュレータにおいて、前記制御手段は、ペダル速度が遅い場合、ペダル位置の増加に対し、一旦前記バネ部材を引っ張る方向へアクチュエータを駆動した後、前記バネ部材を圧縮する方向にアクチュエータを駆動する手段であることを特徴とする。

【0012】請求項7に記載の発明では、請求項5に記載のストロークシミュレータにおいて、前記制御手段は、ペダル速度が速い場合、ペダル位置の増加に対し、前記バネ部材を圧縮する方向にアクチュエータを駆動する手段であることを特徴とする。

【0013】請求項8に記載の発明では、請求項5に記載のストロークシミュレータにおいて、前記バネ部材を、ペダル反力が最大となる特性が得られるように設定し、前記制御手段は、ペダル位置の増加に対し、前記バネ部材を引っ張る方向にアクチュエータを駆動すると共に、ペダル速度が遅いほど、前記バネ部材を引っ張る量を増加させる手段であることを特徴とする。

【0014】請求項9に記載の発明では、請求項1に記載のストロークシミュレータにおいて、前記車両状態検出手段は、ブレーキペダルのペダル位置を検出するペダル位置検出手段と、車両速度を検出する車両速度検出手段であり、前記制御手段は、ペダル位置と車両速度の変化に応じてアクチュエータの駆動を制御する手段である

10

20

30

40

50

ことを特徴とする。

【0015】請求項10に記載の発明では、請求項9に記載のストロークシミュレータにおいて、前記制御手段は、車両速度が低い場合、ペダル位置の増加に対し、一旦前記バネ部材を引っ張る方向へアクチュエータを駆動した後、前記バネ部材を圧縮する方向にアクチュエータを駆動する手段であることを特徴とする。

【0016】請求項11に記載の発明では、請求項9に記載のストロークシミュレータにおいて、前記制御手段は、車両速度が高い場合、ペダル位置の増加に対し、前記バネ部材を圧縮する方向にアクチュエータを駆動する手段であることを特徴とする。

【0017】

【発明の作用および効果】請求項1記載の発明にあっては、ブレーキペダルに対して踏み込み操作を行うと、ブレーキペダルの移動に応じてシリンダ部材内のピストン部材がストロークし、このピストン部材のストロークにより、ピストン部材と可動部材との間に介装されているバネ部材が圧縮される。一方、可動部材をアクチュエータにより駆動させると、ピストン部材と可動部材との間に介装されているバネ部材が圧縮または伸張される。つまり、ブレーキペダルへの操作量と可動部材の制御量に応じて、バネ部材によりペダル反力が与えられることになる。

【0018】例えば、可動部材の駆動により、バネ定数 $k$ を持つバネ部材を圧縮させると、運転者の操作量が $X$ のとき、圧縮量 $X_a$ とすると、ストロークシミュレータの発生するペダル反力 $F$ は、 $F = k(X + X_a)$ となり、可動部材を固定したときよりもペダル反力は大きくなる。逆に、可動部材の駆動により、バネ定数 $k$ を持つバネ部材を引っ張ると、運転者の操作量が $X$ のとき、引っ張り量 $X_b$ とすると、ストロークシミュレータの発生するペダル反力 $F$ は、 $F = k(X - X_b)$ となり、可動部材を固定したときよりもペダル反力は小さくなる。以上のように、可動部材の位置を制御駆動することにより、ブレーキペダルフィーリングを任意に調整することができる。

【0019】また、ブレーキペダルを電動アクチュエータで直接駆動する従来のストロークシミュレータの場合、ペダル反力をモータのみで受け持つため、非常に大きなモータが必要となるのに対し、請求項1に係る発明では、ペダル反力はバネ部材とアクチュエータとで受け持つため、アクチュエータの構成要素として用いられるモータの出力は、従来に比べて大幅に低減し、小型のモータで十分に可動部材を駆動可能である。

【0020】請求項2に記載の発明にあっては、制御手段において、ペダル位置検出手段により検出されるペダル位置の変化に応じてアクチュエータの駆動が制御される。例えば、請求項3に記載の発明のように、ペダル位置が所定値以下の場合、アクチュエータを駆動せず、ペ

ダル位置が所定値を超えると、ペダル位置の増加に対し、バネ部材を圧縮する方向にアクチュエータが駆動されたり、また、請求項4に記載の発明のように、ペダル位置の増加に対し、一旦前記バネ部材を引っ張る方向へアクチュエータを駆動した後、バネ部材を圧縮する方向にアクチュエータが駆動される。

【0021】このように、ペダル位置検出手段により検出されるペダル位置の変化に応じてアクチュエータの駆動を制御するようにしたため、ブレーキペダルの反力の大きさだけでなく、ペダル反力のストローク特性も微妙に調整することができる。

【0022】請求項5に記載の発明にあっては、制御手段において、ペダル位置検出手段により検出されるペダル位置とペダル速度検出手段により検出されるペダル速度の変化に応じてアクチュエータの駆動が制御される。例えば、請求項6に記載の発明のように、ペダル速度が遅い場合、ペダル位置の増加に対し、一旦バネ部材を引っ張る方向へアクチュエータを駆動した後、バネ部材を圧縮する方向にアクチュエータが駆動されたり、また、請求項7に記載の発明のように、ペダル速度が速い場合、ペダル位置の増加に対し、バネ部材を圧縮する方向にアクチュエータが駆動される。

【0023】このように、検出されるペダル位置とペダル速度の変化に応じてアクチュエータの駆動を制御するようにしたため、ブレーキペダルがゆっくり踏まれる場合には、反力を小さくし、ブレーキペダルフィーリングとして柔らかい感じを出し、一方、ブレーキペダルが速く踏み込まれる場合には、反力を大きくし、ブレーキペダルフィーリングとしてしっかり感を出すというように、ペダル速度に応じてペダル反力のストローク特性を微妙に調整することができる。

【0024】請求項8に記載の発明にあっては、予めバネ部材が、ペダル反力が最大となる特性が得られるように設定され、制御手段において、ペダル位置の増加に対し、バネ部材を引っ張る方向にアクチュエータが駆動されると共に、ペダル速度が遅いほど、バネ部材を引っ張る量が増加される。

【0025】すなわち、ペダル速度が高速の場合は、バネ部材のみでペダル反力を発生することになり、ペダル速度が常用域では、バネ部材による反力を下げる引っ張り方向のみの制御によりペダル反力を発生することになる。

【0026】よって、アクチュエータは最高速度で最大トルクを出す必要がなく、ペダル速度の常用域程度で最大トルクを出せばよいので、アクチュエータの大幅な小型化を図ることができる。

【0027】請求項9に記載の発明にあっては、制御手段において、ペダル位置検出手段により検出されるペダル位置と車両速度検出手段により検出される車両速度の変化に応じてアクチュエータの駆動が制御される。例え

ば、請求項10に記載の発明のように、車両速度が低い場合、ペダル位置の増加に対し、一旦バネ部材を引っ張る方向へアクチュエータを駆動した後、バネ部材を圧縮する方向にアクチュエータが駆動されたり、また、請求項11に記載の発明のように、車両速度が高い場合、ペダル位置の増加に対し、バネ部材を圧縮する方向にアクチュエータが駆動される。

【0028】このように、検出されるペダル位置と車両速度の変化に応じてアクチュエータの駆動を制御するようにしたため、低速走行状態でのブレーキ操作時には、反力を小さくし、ブレーキペダルフィーリングとして柔らかい感じを出し、一方、高速走行状態でのブレーキ操作時には、反力を大きくし、ペダルフィーリングとしてしっかり感を出すというように、車両速度に応じてペダル反力のストローク特性を微妙に調整することができる。

【0029】

【発明の実施の形態】以下、本発明におけるストロークシミュレータを実現する実施の形態を、請求項1～請求項3に対応する第1実施例と、請求項4に対応する第2実施例と、請求項5～請求項7に対応する第3実施例と、請求項8に対応する第4実施例と、請求項9～請求項11に対応する第5実施例とに基づいて説明する。

【0030】（第1実施例）まず、構成を説明する。図1は第1実施例のストロークシミュレータ1が適用されたブレーキ操作部2を示す全体図であり、図1において、3はブレーキペダル、4は回転軸、5は車体、6は支持部材、7は回転軸、8はクレビス、12は電気モータ、14は減速機、26はストロークセンサ（ペダル位置検出手段）、27は車両速度センサ（車両速度検出手段）、28はコントローラ（制御手段）である。

【0031】前記ブレーキ操作部2は、運転者により踏み込まれるブレーキペダル3と、該ブレーキペダル3に固定された回転軸4と、該回転軸4を車体5に回転可能に支持する支持部材6と、前記ブレーキペダル3とストロークシミュレータ1を連結するために、ブレーキペダル3上に設けられた回転軸7と、該回転軸7のペダル操作時における軌跡を直線運動に変換するクレビス8と、該クレビス8に連結され、ペダル操作に対する反力を発生するストロークシミュレータ1とから構成される。前記ストロークシミュレータ1は、車体5に固定されることでブレーキ操作部2の反力を受け止める。また、前記ストロークシミュレータ1の車体5側には、電気モータ12と減速機14が設けられている。

【0032】前記ブレーキペダル3には、ペダル位置を検出するためにストロークセンサ26が取り付けられており、車両には車両速度を検出するために車両速度センサ27が取り付けられている。これらのセンサ信号を受け、アクチュエータの電気モータ12を制御駆動するコントローラ28が、両センサ26、27と電気モータ1

2との間に電氣的に配置されている。

【0033】前記コントローラ28は、マイクロコンピュータ等の演算処理装置にて構成され、ストロークセンサ26の信号によりペダル速度を算出したり、各種信号や内部算出した信号に基づき電気モータ12を駆動制御することにより、任意のペダル反力を発生させる。こうした基本的な制御の演算処理は、コントローラ28内の所定のロジックに従って行われるが、その制御形態は、従来から知られているフィードバック制御やオープン制御等を用いることが可能である。

【0034】図2は第1実施例のストロークシミュレータ1を示す断面図であり、図2において、9はシリンダ部材、10はペダル側開口部、11はピストン、12は電気モータ、13はモータ軸、14は減速機、15は一次歯車、16は二次歯車、17は回転軸、18はモータ側開口部、19は雄ネジ、20はボール、21は可動部材、22は切り欠き部、23は突起、24はバネ部材、25はスカート部、29は直線変換機構である。

【0035】前記シリンダ部材9は、両端が閉じられた円筒状部材であり、正面側にはピストン部材11の軸部が挿通するペダル側開口部10が形成され、背面側にはアクチュエータの回転軸17が挿通するモータ側開口部18が形成され、内部には、ピストン部材11、可動部材21及びバネ部材24が収容されている。

【0036】前記ピストン部材11は、前記クレビス8に連結され、ブレーキペダル3の移動に連動して摺動可能な部材であり、クレビス8と連結される側の軸部11aはシリンダ部材9のペダル側開口部10から突出され、シリンダ部材9に収納される側のピストン部11bはバネ部材24により付勢されている。

【0037】前記バネ部材24は、シリンダ部材9の中に収納され、一方のバネ端部がピストン部材11のピストン部11bに支持され、他方のバネ端部が可動部材21のスカート部25に支持されている。

【0038】前記可動部材21は、バネ部材24の他方のバネ端部を支持し、且つ、回転軸17に対し直線変換機構29を介し、バネ部材24の圧縮及び引っ張り方向に摺動可能に配置されている。

【0039】前記電気モータ12と減速機14と直線変換機構29により可動部材21を可動方向へ移動させると共に、電気モータ12からの回転力は伝達するが、バネ部材24による可動部材21からの逆入力に対しては伝達効率の低い非逆性を持つアクチュエータが構成されている。

【0040】前記減速機14は、電気モータ12のモータ軸13に設けられた一次歯車15と、この一次歯車15に噛み合い、回転軸17に設けられた二次歯車16により構成される。なお、二次歯車16の回転軸17は、シリンダ部材9のモータ側開口部18を貫通してシリンダ部材9内に突出している。

【0041】前記直線変換機構29は、回転軸17と可動部材21とを螺合するボールネジと、可動部材21の回転を規制するストッパ構造とにより構成されている。前記ボールネジは、回転軸17の先端部に形成された雄ネジ19と、雄ネジ19の外周に配置された可動部材21に形成された雌ネジと、雄ネジ19と雌ネジとの間に介装されたボール20とを有する。前記ストッパ構造は、可動部材21のスカート部25に形成された切り欠き部22と、シリンダ部材9に固定され、切り欠き部22に嵌まる突起23とを有する。

【0042】なお、図3に示す例は、電気モータ12を減速機14に対してベダル側に配置し、軸方向の短縮化を図った例であり、図4に示す例は、電気モータ12をベダルストローク方向と直交する方向に配置し、減速機14の形式を異ならせ、車体5に対する電気モータ12の取付性を高めた例であり、ストロークシミュレータ1は図2に示す例と全く同様である。つまり、図2～図4に示す例は、減速機14の形式や電気モータ12の配置が異なるだけであり、適用車種等によって、いずれを選択しても良い。

【0043】次に、作用を説明する。

【0044】〔ベダル反力特性制御処理〕図5はコントローラ28で実行される第1実施例のベダル反力特性制御処理の流れを示すフローチャートで、以下、各ステップについて説明する。

【0045】ステップ50では、ストロークセンサ26によりベダル操作量Pが読み込まれる。次のステップ51では、ベダル操作量Pが第1設定値P1（制動時かどうかを判断するしきい値）を超えているかどうか判断され、YESの場合はステップ52へ進み、NOの場合はステップ50へ戻る。次のステップ52では、ベダル操作量Pが第2設定値P2（モータ駆動かどうかを判断するしきい値）を超えているかどうか判断され、YESの場合はステップ53へ進み、NOの場合はステップ50へ戻る。次のステップ53では、モータ指令値 $X^*$ （可動部材21を圧縮方向に移動させるアクチュエータ位置）が、 $X^* = X1(P)$ の一次関数の式により算出される。次のステップ54では、モータ指令値 $X^*$ による駆動指令が電気モータ12に対して出力される。

【0046】〔ベダル反力特性制御作用〕ブレーキベダル3に対して踏み込み操作を行うと、まず、ベダル操作量Pが第2設定値P2以下の領域では、図5のフローチャートにおいて、ステップ50→ステップ51→ステップ52の処理が繰り返され、電気モータ12は非駆動のまま、可動部材21は初期設定位置に固定されたままである。よって、ブレーキベダル3の移動に応じてシリンダ部材9内のピストン部材11がストロークし、このピストン部材11のストロークにより、ピストン部材11と可動部材21との間に介装されているバネ部材24が圧縮され、ベダル操作量Pに応じてバネ部材24によ

りベダル反力が与えられる。

【0047】そして、ベダル操作量Pが第2設定値P2を超える領域では、図5のフローチャートにおいて、ステップ50→ステップ51→ステップ52→ステップ53→ステップ54の処理が繰り返され、電気モータ12はベダル操作量Pの大きさに応じて駆動され、可動部材21は初期設定位置からバネ部材24を圧縮させる方向に摺動される。よって、ベダル操作量Pと可動部材21の圧縮方向の制御量に応じて、バネ部材24によりベダル反力が与えられる。

【0048】すなわち、モータ指令値 $X^*$ をアクチュエータ位置 $X^*$ とし、ベダル操作量Pをベダル位置Pと言い換えた場合、図6（イ）に示すように、ベダル位置PがP1となるまでは、アクチュエータ位置 $X^*$ を、バネ部材24を圧縮も引っ張りもしない初期位置のままとし、ベダル位置PがP1を超えると、アクチュエータ位置 $X^*$ を、ベダル位置Pに比例してバネ圧縮側に移動させる制御が行われる。

【0049】よって、図6（ロ）に示すように、ベダル位置PがP1となるまでは、バネ単品によるベダル反力特性となり、ベダル位置PがP1を超えると、バネ単品によるベダル反力にアクチュエータによる圧縮分のベダル反力が加わったベダル反力特性となる。つまり、可動部材21の駆動により、バネ定数kを持つバネ部材24を圧縮させると、運転者のベダル操作量がPのとき、圧縮量 $Xa$ とすると、ストロークシミュレータ1の発生するベダル反力Fは、 $F = k(P + Xa)$ となり、可動部材21を固定の状態のままとする非制御時よりもベダル反力は大きくなる。

【0050】次に、効果を説明する。

【0051】(1) ブレーキベダル3に連結されていて、ブレーキベダル3の操作に応じて反力を発生させるストロークシミュレータ1を、ピストン部材11と、シリンダ部材9と、バネ部材24と、可動部材21と、電気モータ12と、減速機14と、直線変換機構29と、ストロークセンサ26からのセンサ信号に応じて電気モータ12の駆動を制御するコントローラ28とを有する構成としたため、良好なブレーキベダルフィーリングを得る調整機能を持ちながら、電気モータ12の小型化と省電力を図ることができると共に、アクチュエータ系が故障しても最小限のブレーキ操作性を確保することができる。

【0052】つまり、可動部材21の駆動によりバネ部材24を圧縮するとベダル反力は大きくなり、逆に、バネ部材24を引っ張るとベダル反力は小さくなるというように、可動部材21の位置を制御駆動することにより、ブレーキベダルフィーリングを任意に調整することができる。

【0053】また、ブレーキベダルを電動アクチュエータで直接駆動する従来のストロークシミュレータの場

合、ペダル反力をモータのみで受け持つため、非常に大きなモータが必要となるのに対し、ペダル反力はバネ部材24と可動部材21を移動させるアクチュエータで受け持つため、アクチュエータの構成要素として用いられる電気モータ12の出力は、従来に比べて大幅に低減し、小型の電気モータ12で十分に可動部材21を駆動可能である。

【0054】また、小型の電気モータ12の駆動であることで、ブレーキ操作が行われると常に駆動させたとしても省電力である。加えて、第1実施例のように、ブレーキペダル3の前期ストローク域では可動部材21を固定にしたままとし、ブレーキペダル3の後期ストローク域においてのみアクチュエータにより可動部材21を駆動制御することで、ブレーキ操作が行われると、常に電動アクチュエータを駆動させる必要がある従来のストロークシミュレータに比べ、省電力を図ることができる。

【0055】さらに、アクチュエータの故障により可動部材21が固定状態になったと仮定しても、アクチュエータの非可逆性により、ブレーキペダル3からのペダル踏力は、バネ部材24を介して可動部材21にて受け止められる。すなわち、アクチュエータ故障後のブレーキ操作において、少なくともバネ部材24の単品によるペダル反力特性を確保することができる。

【0056】(2) ストロークセンサ26により検出されるペダル操作量Pの変化に応じて電気モータ12の駆動を制御するようにしたため、ブレーキペダル3の反力の大きさだけではなく、ペダル反力のストローク特性も要求性能等に応じて微妙に調整することができる。

【0057】(3) ペダル操作量Pが第2設定値P2以下の場合、電気モータ12を駆動しないで、ペダル操作量Pが第2設定値P2を超えると、ペダル操作量Pの増加に対し、バネ部材24を圧縮する方向に電気モータ12を駆動するようにしたため、図6(ロ)に示すように、ブレーキペダル3の前期ストローク域では踏み込み操作量に対してペダル反力の増加率が小さく、ブレーキペダル3の後期ストローク域では踏み込み操作量に対してペダル反力の増加率が大きなペダル反力特性を得ることができる。

【0058】(第2実施例) 第2実施例は、踏み込み量の少ないブレーキペダル3の前期ストローク域で、第1実施例よりさらにペダルフィーリングを柔らかくする電気モータ12の駆動制御を行う例である。

【0059】第2実施例の構成については、第1実施例(図1～図4)と同様であるので、図示並びに説明を省略する。

【0060】次に、作用を説明する。

【0061】[ペダル反力特性制御処理] 図7はコントローラ28で実行される第2実施例のペダル反力特性制御処理の流れを示すフローチャートで、以下、各ステップについて説明する。

【0062】ステップ70では、ストロークセンサ26によりペダル操作量Pが読み込まれる。次のステップ71では、ペダル操作量Pが第1設定値P1(制動時かどうかを判断するしきい値)を超えているかどうか判断され、YESの場合はステップ72へ進み、NOの場合はステップ70へ戻る。次のステップ72では、モータ指令値 $X^*$ (可動部材21を圧縮または引っ張り方向に移動させるアクチュエータ位置)が、 $X^* = X_2(P)$ の二次関数による式により算出される。次のステップ73では、モータ指令値 $X^*$ による駆動指令が電気モータ12に対して出力される。

【0063】[ペダル反力特性制御作用] ブレーキペダル3に対して踏み込み操作を行うと、図7のフローチャートにおいて、ステップ70→ステップ71→ステップ72→ステップ73の処理が繰り返され、電気モータ12はペダル操作量Pの大きさに応じて駆動される。

【0064】すなわち、モータ指令値 $X^*$ をアクチュエータ位置 $X^*$ とし、ペダル操作量Pをペダル位置Pと言い換えた場合、図8(イ)に示すように、ペダル位置PがP3となるまでは、アクチュエータ位置 $X^*$ をバネ引張側とし、ペダル位置PがP3を超えると、アクチュエータ位置 $X^*$ をバネ圧縮側とするというように、ペダル位置Pとは二次関数的な関係で移動させる制御が行われる。

【0065】よって、図8(ロ)に示すように、ペダル位置PがP3となるまでは、バネ単品によるペダル反力にアクチュエータによる引っ張り分のペダル反力を減じた特性となり、ペダル位置PがP3を超えると、バネ単品によるペダル反力にアクチュエータによる圧縮分のペダル反力が加わったペダル反力特性となる。つまり、可動部材21の駆動により、バネ定数kを持つバネ部材24を引っ張ると、運転者のペダル操作量がPのとき、引っ張り量 $X_b$ とすると、ストロークシミュレータ1の発生するペダル反力Fは、 $F = k(P - X_b)$ となり、可動部材21を固定の状態のままとする非制御時よりもペダル反力は小さくなる。

【0066】次に、効果を説明する。

【0067】この第2実施例のストロークシミュレータ1では、第1実施例の(1)、(2)の効果に加え、下記の効果を得ることができる。

【0068】(4) ペダル操作量Pの増加に対し、一旦バネ部材24を引っ張る方向へ電気モータ12を駆動した後、バネ部材24を圧縮する方向に電気モータ12を駆動するようにしたため、図8(ロ)に示すように、ブレーキペダル3の前期ストローク域では踏み込み操作量に対してペダル反力が小さく抑えられ、ブレーキペダル3の後期ストローク域では踏み込み操作量に対してペダル反力の増加率が次第に大きくなるペダル反力特性を得ることができる。

50 【0069】(第3実施例) 第3実施例は、ペダル操作

量Pとペダル速度 $\Delta P$ の変化に応じて電気モータ12の駆動制御を行う例である。

【0070】第3実施例の構成については、第1実施例(図1～図4)と同様であるので、図示並びに説明を省略する。

【0071】次に、作用を説明する。

【0072】[ペダル反力特性制御処理]図9(イ)はコントローラ28で実行される第3実施例のペダル反力特性制御処理の流れを示すフローチャートで、以下、各ステップについて説明する。

【0073】ステップ90では、ストロークセンサ26によりペダル操作量Pが読み込まれる。次のステップ91では、読み込まれたペダル操作量Pの時間変化量の演算(微分演算)によりペダル速度 $\Delta P$ が算出される。次のステップ92では、図10に示すアクチュエータ位置マップが読み込まれる。次のステップ93では、モータ指令値 $X^*$ (可動部材21を圧縮または引っ張り方向に移動させるアクチュエータ位置)が、 $X^* = X3(P, \Delta P)$ のアクチュエータ位置マップをあらわす式により算出される。次のステップ94では、モータ指令値 $X^*$ による駆動指令が電気モータ12に対して出力される。

【0074】[ペダル反力特性制御作用]ブレーキペダル3に対して踏み込み操作を行うと、図9(イ)のフローチャートにおいて、ステップ90→ステップ91→ステップ92→ステップ93→ステップ94の処理が繰り返され、電気モータ12はペダル操作量P及びペダル速度 $\Delta P$ の大きさに応じて駆動される。

【0075】すなわち、モータ指令値 $X^*$ をアクチュエータ位置 $X^*$ と言い換えた場合、図10に示すように、ペダル操作量Pが少なく、且つ、ペダル速度 $\Delta P$ が遅い領域では、アクチュエータ位置 $X^*$ をバネ引張側とし、ペダル操作量Pがそれより大きくなるとペダル速度 $\Delta P$ が速いほどアクチュエータ位置 $X^*$ をバネ圧縮側とするというように、ペダル操作量Pとペダル速度 $\Delta P$ とをパラメータとしてアクチュエータ位置 $X^*$ を決める制御が行われる。

【0076】よって、図9(ロ)に示すように、ペダル速度が遅い時、所謂、緩制動時には、例えば、ペダル操作量PがP4となるまでは、バネ単品によるペダル反力にアクチュエータによる引っ張り分のペダル反力を減じた特性となり、ペダル操作量PがP4を超えると、バネ単品によるペダル反力にアクチュエータによる圧縮分のペダル反力が加わったペダル反力特性となる。そして、ペダル速度が速い時、所謂、急制動時には、ペダル操作量Pにかかわらずバネ単品によるペダル反力にアクチュエータによる圧縮分のペダル反力が加わったペダル反力特性となる。

【0077】次に、効果を説明する。

【0078】この第3実施例のストロークシミュレータ1では、第1実施例の(1)、(2)の効果に加え、下記の効

果を得ることができる。

【0079】(5) ストロークセンサ26により検出されるペダル操作量Pと算出されるペダル速度 $\Delta P$ の変化に応じて電気モータ12の駆動を制御するようにしたため、ペダル速度 $\Delta P$ の変化に応じてペダル反力のストローク特性を微妙に調整することができる。

【0080】(6) ペダル速度 $\Delta P$ が遅い場合、ペダル操作量Pの増加に対し、一旦バネ部材24を引っ張る方向へ電気モータ12を駆動した後、バネ部材24を圧縮する方向に電気モータ12を駆動するようにしたため、図9(ロ)に示すように、ブレーキペダル3がゆっくり踏まれる緩制動時に、ペダル反力が小さく抑えられ、ブレーキペダルフィーリングとして柔らかい感じを出すことができる。

【0081】(7) ペダル速度 $\Delta P$ が速い場合、ペダル操作量Pの増加に対し、バネ部材24を圧縮する方向に電気モータ12を駆動するようにしたため、図9(ロ)に示すように、ブレーキペダル3が速く踏み込まれる急制動時に、ペダル反力が大きくなり、ブレーキペダルフィーリングとしてしっかり感を出すことができる。

【0082】(第4実施例)第4実施例は、予めバネ部材24を、ペダル反力が最大となる特性が得られるように設定しておき、コントローラ28において、ペダル操作量Pの増加に対し、バネ部材24を引っ張る方向に電気モータ12を駆動制御すると共に、ペダル速度 $\Delta P$ が遅いほど、バネ部材24を引っ張る量を増加させる電気モータ12の駆動制御を行う例である。

【0083】第4実施例の構成については、第1実施例(図1～図4)と同様であるので、図示並びに説明を省略する。

【0084】次に、作用を説明する。

【0085】[ペダル反力特性制御処理]図11(イ)はコントローラ28で実行される第4実施例のペダル反力特性制御処理の流れを示すフローチャートで、以下、各ステップについて説明する。

【0086】ステップ110では、ストロークセンサ26によりペダル操作量Pが読み込まれる。次のステップ111では、読み込まれたペダル操作量Pの時間変化量の演算(微分演算)によりペダル速度 $\Delta P$ が算出される。次のステップ112では、図12に示すアクチュエータ位置マップが読み込まれる。次のステップ113では、モータ指令値 $X^*$ (可動部材21を引っ張り方向に移動させるアクチュエータ位置)が、 $X^* = X5(P, \Delta P)$ のアクチュエータ位置マップをあらわす式により算出される。次のステップ114では、モータ指令値 $X^*$ による駆動指令が電気モータ12に対して出力される。

【0087】[ペダル反力特性制御作用]ブレーキペダル3に対して踏み込み操作を行うと、図11(イ)のフローチャートにおいて、ステップ110→ステップ11



1→ステップ112→ステップ113→ステップ114の処理が繰り返され、電気モータ12はペダル操作量P及びペダル速度 $\Delta P$ の大きさに応じて駆動される。

【0088】すなわち、モータ指令値 $X^*$ をアクチュエータ位置 $X^*$ と言い換えた場合、図12に示すように、ペダル操作量Pが増加するほどアクチュエータ位置 $X^*$ をバネ引張側とし、ペダル速度 $\Delta P$ が遅いほど、バネ部材24を引っ張る量を増加するというように、ペダル操作量Pとペダル速度 $\Delta P$ とをパラメータとしてアクチュエータ位置 $X^*$ を決める制御が行われる。

【0089】よって、図11(ロ)に示すように、ペダル速度が遅い時、所謂、緩制動時には、バネ単品による高いペダル反力から、ペダル操作量Pが大きくなるほどアクチュエータによる大きな引っ張り量(急制動時に比べて大きな引っ張り量)によるペダル反力を減じたペダル反力特性となる。そして、ペダル速度が速い時、所謂、急制動時には、バネ単品による高いペダル反力から、ペダル操作量Pが大きくなるほどアクチュエータによる大きな引っ張り量(緩制動時に比べて小さい引っ張り量)によるペダル反力を減じたペダル反力特性となる。

【0090】次に、効果を説明する。

【0091】この第4実施例のストロークシミュレータ1では、第1実施例の(1)、(2)の効果に加え、下記の効果を得ることができる。

【0092】(8) 予めバネ部材24を、ペダル反力が最大となる特性が得られるように設定しておき、コントローラ28において、ペダル操作量Pの増加に対し、バネ部材24を引っ張る方向に電気モータ12を駆動制御すると共に、ペダル速度 $\Delta P$ が遅いほど、バネ部材24を引っ張る量を増加させる電気モータ12の駆動制御を行うようにしたため、アクチュエータとして用いられる電気モータ12の大幅な小型化を図ることができる。

【0093】すなわち、ペダル速度 $\Delta P$ が高速の場合は、バネ部材24のみでペダル反力を発生することになり、ペダル速度 $\Delta P$ が常用域では、バネ部材24による反力を下げる引っ張り方向のみの制御によりペダル反力を発生することになり、アクチュエータとして用いられる電気モータ12は最高速度で最大トルクを出す必要がなく、ペダル速度 $\Delta P$ の常用域程度で最大トルクを出せばよいことによる。

【0094】ちなみに、ブレーキペダルを電動アクチュエータで直接駆動する従来の場合、必要なモータの仕様は、以下となる。例えば、最大踏力=200kgf、ペダル最大速度=400mm/secのブレーキペダルにおいて、レバー比1/4の位置に直動アクチュエータを取り付けると、直動アクチュエータの最大推力=200×4=800kgf、最大速度=400/4=100mm/secとなる。直動アクチュエータがリード4.0mmとすると、モータの最大トルクは800kgf×4mm/3.14=1.02kgfm、最高回転数=100mm/sec×3.14/4mm

×60sec/min=4710rpmとなる。従って、モータの出力は、1.02kgf×4710rpm×1.02374=4.8kwと非常に大きなモータが必要となる。一方、第4実施例のストロークシミュレータ1によると、最大踏力=200kgf、ペダル常用域のペダル速度を40mm/sec程度とすると、同様の計算により、モータに回転数は471rpmとなり、モータの出力は0.4kwと低減する。

【0095】(第5実施例) 第5実施例は、ペダル操作量Pと車速Vの変化に応じて電気モータ12の駆動制御を行う例である。

【0096】第5実施例の構成については、第1実施例(図1～図4)と同様であるので、図示並びに説明を省略する。

【0097】次に、作用を説明する。

【0098】[ペダル反力特性制御処理] 図13(イ)はコントローラ28で実行される第5実施例のペダル反力特性制御処理の流れを示すフローチャートで、以下、各ステップについて説明する。

【0099】ステップ130では、ストロークセンサ26によりペダル操作量Pが読み込まれる。次のステップ131では、車両速度センサ27により車速Vが読み込まれる。次のステップ132では、図14に示すアクチュエータ位置マップが読み込まれる。次のステップ133では、モータ指令値 $X^*$ (可動部材21を圧縮または引っ張り方向に移動させるアクチュエータ位置)が、 $X^*=X4(P, V)$ のアクチュエータ位置マップをあらわす式により算出される。次のステップ134では、モータ指令値 $X^*$ による駆動指令が電気モータ12に対し出力される。

【0100】[ペダル反力特性制御作用] ブレーキペダル3に対して踏み込み操作を行うと、図13(イ)のフローチャートにおいて、ステップ130→ステップ131→ステップ132→ステップ133→ステップ134の処理が繰り返され、電気モータ12はペダル操作量P及び車速Vの大きさに応じて駆動される。

【0101】すなわち、モータ指令値 $X^*$ をアクチュエータ位置 $X^*$ と言い換えた場合、図14に示すように、ペダル操作量Pが少なく、且つ、車速Vが遅い領域では、アクチュエータ位置 $X^*$ をバネ引張側とし、ペダル操作量Pがそれより大きくなると車速Vが遅いほどアクチュエータ位置 $X^*$ をバネ圧縮側とするというように、ペダル操作量Pと車速Vとをパラメータとしてアクチュエータ位置 $X^*$ を決める制御が行われる。

【0102】よって、図13(ロ)に示すように、車速Vが遅い時、所謂、低速走行状態での制動時には、例えば、ペダル操作量PがP5となるまでは、バネ単品によるペダル反力にアクチュエータによる引っ張り分のペダル反力を減じた特性となり、ペダル操作量PがP5を超えると、バネ単品によるペダル反力にアクチュエータによる圧縮分のペダル反力が加わったペダル反力特性とな

10

20

30

40

50

る。そして、車速Vが速い時、所謂、高速走行状態での制動時には、ペダル操作量Pにかかわらずバネ単品によるペダル反力にアクチュエータによる圧縮分のペダル反力が加わったペダル反力特性となる。

【0103】次に、効果を説明する。

【0104】この第5実施例のストロークシミュレータ1では、第1実施例の(1),(2)の効果に加え、下記の効果を得ることができる。

【0105】(9) ストロークセンサ26により検出されるペダル操作量Pと車両速度センサ27により検出される車速Vの変化に応じて電気モータ12の駆動を制御するようにしたため、車速Vの変化に応じてペダル反力のストローク特性を微妙に調整することができる。

【0106】(10) 車速Vが遅い場合、ペダル操作量Pの増加に対し、一旦バネ部材24を引っ張る方向へ電気モータ12を駆動した後、バネ部材24を圧縮する方向に電気モータ12を駆動するようにしたため、図13

(ロ)に示すように、市街地等の低速走行状態での制動時に、ペダル反力が小さく抑えられ、ブレーキペダルフィーリングとして柔らかい感じを出すことができる。

【0107】(11) 車速Vが速い場合、ペダル操作量Pの増加に対し、バネ部材24を圧縮する方向に電気モータ12を駆動するようにしたため、図13(ロ)に示すように、高速度路等の高速走行状態での制動時に、ペダル反力が大きくなり、ブレーキペダルフィーリングとしてしっかり感を出すことができる。

【0108】(他の実施例)以上、本発明のストロークシミュレータを第1実施例～第5実施例に基づき説明してきたが、具体的な構成については、これらの実施例に限られるものではなく、特許請求の範囲の各請求項に係る発明の要旨を逸脱しない限り、設計の変更や追加等は許容される。

【0109】例えば、第1～第5実施例では、アクチュエータとして、電気モータ12と減速機14と直線変換機構29により構成される例を示したが、可動部材を可動方向へ移動させると共に、可動部材からの逆入力に対して非逆性を持つアクチュエータであれば、実施例で示した構成のものに限定されない。

【0110】第1～第5実施例では、ペダル操作量、(ペダル操作量+ペダル速度)、(ペダル操作量+車速)に応じてアクチュエータの駆動を制御する例を示したが、車両状態検出手段としては、ペダル操作量検出手段、ペダル速度検出手段、車速検出手段以外の検出手段、例えば車両減速度検出手段等を用いても良く、さらに、例えば、(ペダル操作量+ペダル速度+車速)等、3つ以上の車両状態情報に応じてアクチュエータの駆動を制御するようにしても良い。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1実施例のストロークシミュレータが適用されたブレーキ操作部を示す全体システム図である。

【図2】第1実施例のストロークシミュレータを示す断面図である。

【図3】第1実施例のストロークシミュレータにおける他の形態例を示す断面図である。

【図4】第1実施例のストロークシミュレータにおける他の形態例を示す断面図である。

【図5】第1実施例のコントローラで行われるペダル反力制御処理の流れを示すフローチャートである。

【図6】第1実施例のストロークシミュレータにおけるアクチュエータ位置特性図及びペダル反力特性図である。

【図7】第2実施例のコントローラで行われるペダル反力制御処理の流れを示すフローチャートである。

【図8】第2実施例のストロークシミュレータにおけるアクチュエータ位置特性図及びペダル反力特性図である。

【図9】第3実施例のコントローラで行われるペダル反力制御処理の流れを示すフローチャートと第3実施例のストロークシミュレータにおけるペダル反力特性図である。

【図10】第3実施例のストロークシミュレータにおけるアクチュエータ位置特性図である。

【図11】第4実施例のコントローラで行われるペダル反力制御処理の流れを示すフローチャートと第3実施例のストロークシミュレータにおけるペダル反力特性図である。

【図12】第4実施例のストロークシミュレータにおけるアクチュエータ位置特性図である。

【図13】第5実施例のコントローラで行われるペダル反力制御処理の流れを示すフローチャートと第3実施例のストロークシミュレータにおけるペダル反力特性図である。

【図14】第5実施例のストロークシミュレータにおけるアクチュエータ位置特性図である。

【符号の説明】

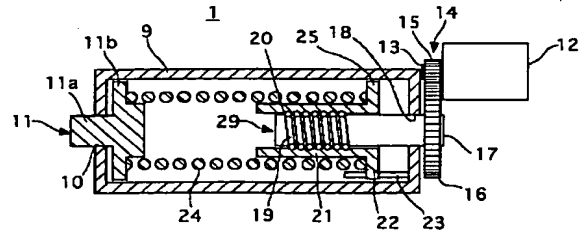
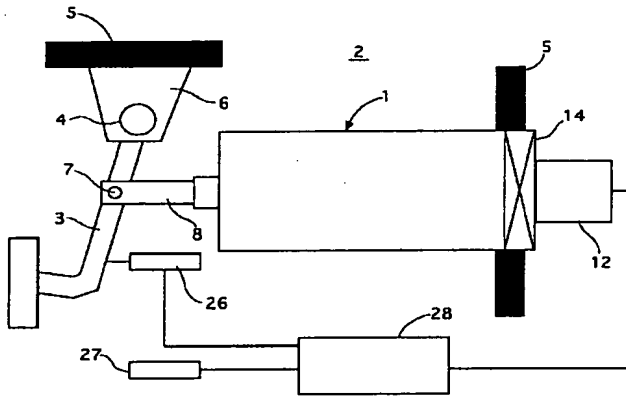
- 1 ストロークシミュレータ
- 2 ブレーキ操作部
- 3 ブレーキペダル
- 4 回転軸
- 5 車体
- 6 支持部材
- 7 回転軸
- 8 クレビス
- 9 シリンダ部材
- 10 ペダル側開口部
- 11 ピストン
- 12 電気モータ
- 13 モータ軸
- 14 減速機
- 15 一次歯車

- 16 二次歯車
- 17 回転軸
- 18 モータ側開口部
- 19 雄ネジ
- 20 ボール
- 21 可動部材
- 22 切り欠き部

- \* 23 突起
- 24 バネ部材
- 25 スカート部
- 26 ストロークセンサ（ペダル位置検出手段）
- 27 車両速度センサ（車両速度検出手段）
- 28 コントローラ（制御手段）
- \* 29 直線変換機構

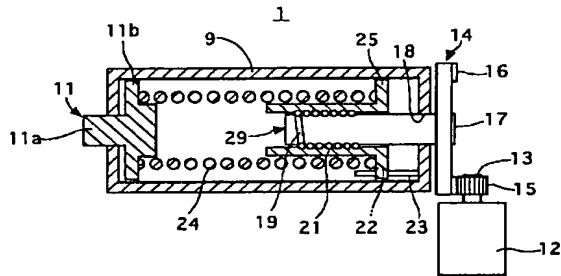
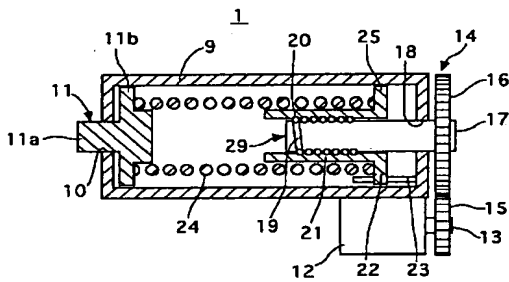
【図1】

【図2】



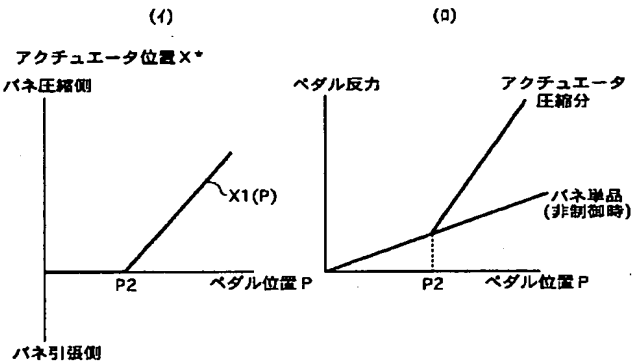
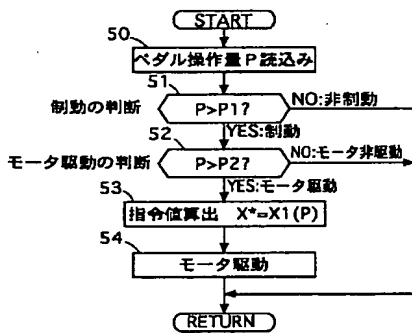
【図3】

【図4】

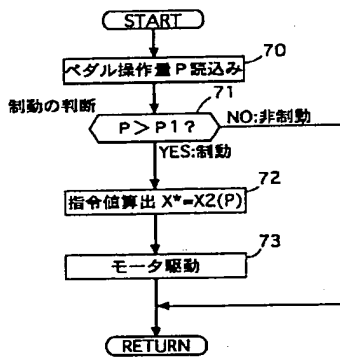


【図5】

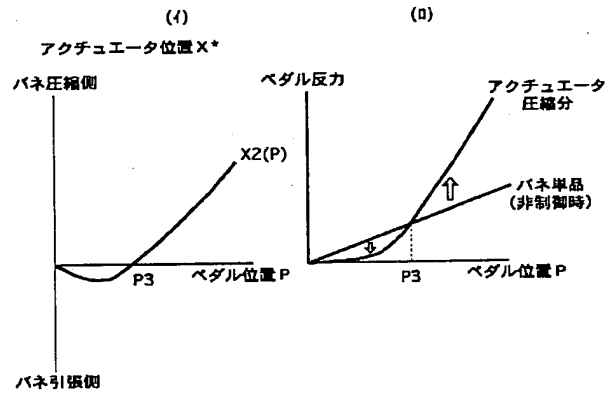
【図6】



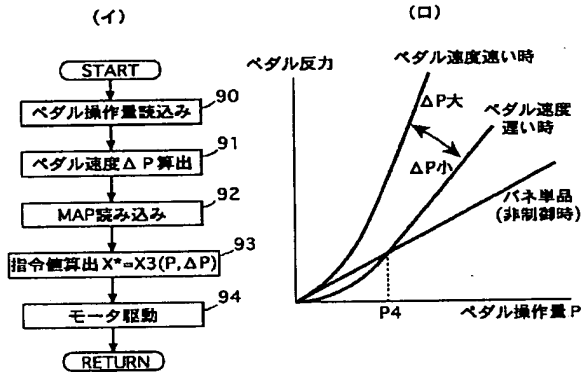
【図7】



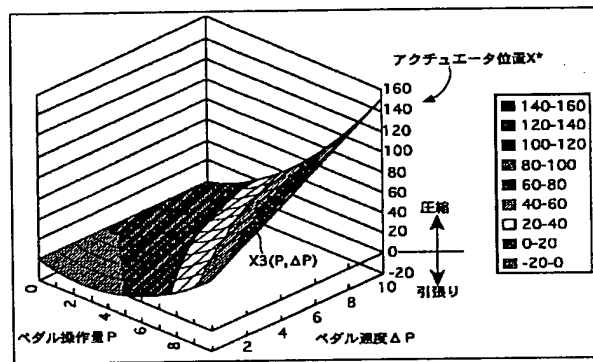
【図8】



【図9】

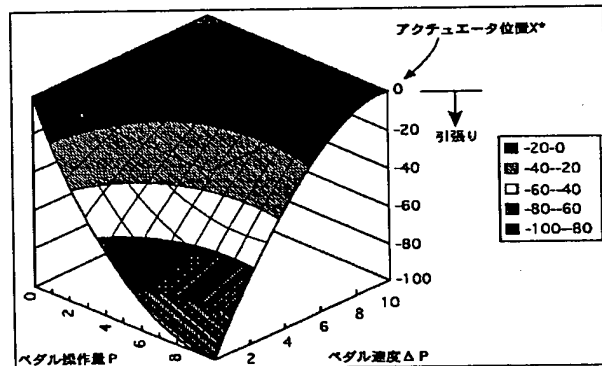
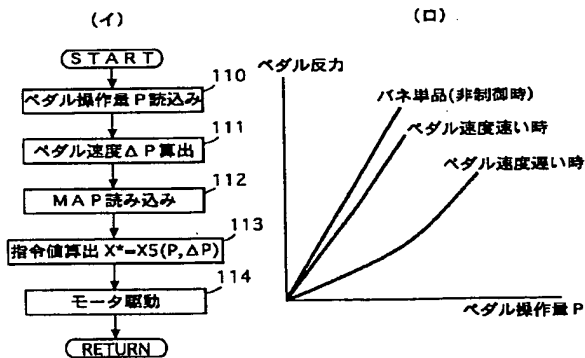


【図10】

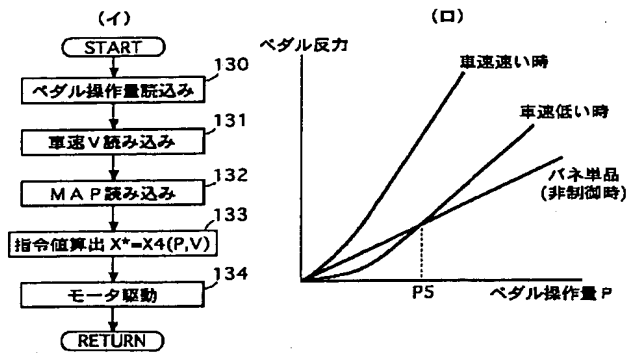


【図12】

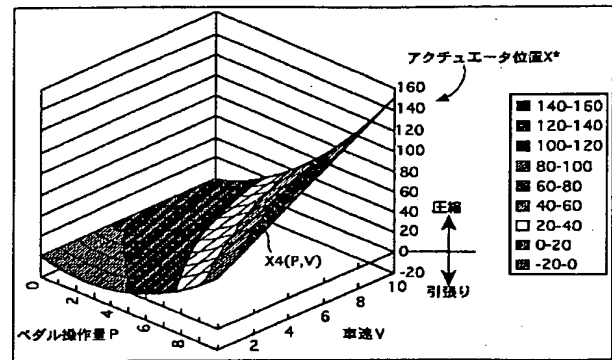
【図11】



【図13】



【図14】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3D048 BB25 BB26 BB27 CC49 CC51  
HH18 HH42 HH66 HH68 RR01  
RR11 RR25

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**